木質建材のアルデヒド・VOCの放散挙動
ー物質移動係数による平衡濃度からの気中濃度予測評価[*1]ー

田村　彰[*2]、小関　真琴[*2]、大野　貴久[*2]、中島　章宏[*3]

１．目　的

現在、木質建材から放散される揮発性有機化合物については、気中濃度又は放散速度を測定する標準的方法として小形チャンバー法（JIS A 1901）が規定されている。この方法は気中濃度を測定するためにアクティブ法というポンプで空気を捕集管に通し、化学物質を捕集する方法が通常取られている。しかし、これらには高価な装置類が必要であることから、今後規格化がなされた場合に定期的なJAS格付けのための検査あるいは品質管理における測定方法としては、多大な労力・時間及び測定費用がかかることが懸念される。従って、より簡易的な測定方法を図る目的で、これまで蓄積された木材製品から放散される化学物質の種類や濃度及び経時変化等の測定結果を踏まえ、標準的方法と比較しながら、物質移動係数による平衡濃度からの気中濃度予測評価方法について検討を行った。

２．予測評価法の検討における基本的な考え方

ここでの基本的な考え方は、建築基準法シックハウス対策関係技術的基準の作成根拠に基づいており、気中濃度の逆数と単位面積当たりの換気量が比例関係にあることが確認されていることから、その単位面積当たりの換気量を変えて２回以上測定することで直線補完により単位面積当たりの換気量に応じた木質建材製品からの放散量を求めることとした。従って、まず小形チャンバー法（動的方法）及びプラスチックバッグ法（静的方法）により、建材から一定条件下で放散されるカルボニル化合物を含む揮発性有機化合物（VOC）の特定と定量を行い、放散される主要化学物質の気中濃度の逆数（１/C）と、換気回数の試料負荷率に対する割合（Q/S）との直線関係を求めることにより、厚生労働省が定めた化学物質濃度指針値との関係を明らかにさせることであり、気中濃度（μg/m^3）が定常状態である場合には、換気量Q（m^3/h）と材料表面積S（m^2）の比Q/Sと、気中濃度の逆数（１/C）は式（１）のような比例関係にあるため、気中濃度は換気量と材料表面積の比の影響だけでなく、物質移動係数の影響も受けることになる。

＊1　本報告は木材製品化学物質放散性能調査事業報告書（農林水産省委託事業）から抜粋したもので、この一部は、日本木材学会50周年記念大会（2005年３月、京都）において発表した。

＊2　㈶日本合板検査会　調査研究部研究室

＊3　㈶日本合板検査会　大阪検査所

また平衡濃度 Ce（μg/m^3）及び材料中から環境までの物質移動係数 α（m/h）は一定環境条件下での材料の特性値で、これらを材料及び化学物質毎に、異なる Q/S 条件下での気中濃度を測定して物質移動係数を求め、その係数を用いて平衡濃度から放散割合も加味させた Q/S に対応した気中濃度の予測評価が可能になると考えられる。

$$1/C = 1/Ce + 1/(\alpha \cdot Ce) \cdot (Q/S) \qquad \cdots\cdots 式（1）$$

ここで、
C ：チャンバー気中濃度（μg/m^3）
Ce：平衡濃度（μg/m^3）
Q ：換気量（m^3/h）
S ：建材表面積（m^2）
α ：物質移動係数（m/h）

3．評価の対象とした製品の種類と測定件数

物質移動係数を求めるために評価の対象とした木質建材の種類と、それらからプラスチックバッグ法と小形チャンバー法を用いて測定した件数を表1に示した。ここで選択した57種類の木質建材製品類は現在一般に流通されているもので、一部 F☆☆☆や F☆☆等級の製品も含まれてはいるが、ほとんどがホルムアルデヒド放散等級 JASF☆☆☆☆表示品である。またここでの気中濃度予測評価には、2004年及び2005年に実施した農林水産省委託事業［木材製品化学物質放散性能調査事業報告書(注1)］で得られた測定結果の内、小形チャンバー法での測定値が216件、プラスチックバッグ法での測定値が216件、さらに気中濃度の逆数とこれに対応する Q/S 値を用いた直線回帰から求めた規制対象外となるための要件（Q/S＝0.05）における気中濃度換算値208件のデータを用いた。また、これまで得た気中濃度の平衡濃度に対する放散割合や厚生労働省指針値との関係についても、気中濃度予測評価検討のために参考にした。

4．評価の対象とした化学物質

物質移動係数を求めるために対象とした化学物質は、厚生労働省指針値に掲げられている化学物質の内、アルデヒド類（①Formaldehyde、②Acetaldehyde）、芳香族炭化水素類（③Toluene、④m-, p-, o-Xylene、⑤Ethylbenzene、⑥Styrene）、ハロゲン類（⑦p-Dichlorobenzene）、脂肪族炭化水素類（⑧Tetradecane）、ケトン類（⑨Nonanal）及び⑩TVOC を対象物質として検討を行った。

表１　木質建材の種類と測定件数

製品種類	品目（品目数）	接着剤	樹　種	塗料/化粧/その他	測定件数 TB/CH
合　板	普通合板（４） 防虫処理合板（２） 構造用合板（３） 特殊加工化粧合板（８） 天然木化粧合板（４）	メラミンユリア共縮合樹脂 ユリア樹脂(防虫薬剤シフェノトリン) アルカリフェノール樹脂 酢酸ビニル樹脂 水性高分子イソシアネート樹脂	ラワン ベイマツ 北洋カラマツ ラジアタパイン等 ラワン（台板合板）	ポリウレタン系樹脂 ポリエステル系樹脂 アクリル系樹脂 塩化ビニル オレフィンシート等	88/88
フローリング	複合１種フローリング(11) 複合２種フローリング（２） 複合３種フローリング（２）	メラミンユリア共縮合樹脂 水性高分子イソシアネート樹脂 SBR+ユリア・メラミン共縮合樹脂	ラワン（台板合板） 集成材（ナラ） MDF	ポリウレタン系樹脂 ウレタンアクリレート ウレタン系樹脂等	44/44
集成材	構造用集成材（７） 造作用集成材（９）	レゾルシノール樹脂 水性高分子イソシアネート樹脂	スプルース、ベイマツ等 タモ、ナラ、ニレ、ヒバ等		64/64
単板積層材	単板積層材（２） 構造用単板積層材（２）	アルカリフェノール樹脂 メラミンユリア共縮合樹脂	ラワン スギ、カラマツ等		16/16
構造用パネル	構造用パネル（１）	フェノール樹脂/イソシアネート樹脂	アスペン	ワックス	４/４

注）TB は20L プラスチックバッグにより１日目と28日目に測定。
注）CH は20L 小形チャンバーにより１日目と28日目に測定。
※アルデヒド・ケトン類は HPLC で13成分を、VOC 類は GC/MS で52成分を分析。
※特殊合板、フローリングは平成15年度に実施。その他の製品は平成16年度に実施。

５．捕集/分析方法及び条件

写真１．小形チャンバー装置（ADPAC-SYSTEM）

試験に先立ち、20L チャンバーとステンレスパイプの水洗いを行い、高温乾燥機で260℃まで加熱させクリーニングを行った。クリーニング後チャンバーを超清浄空気供給装置とミキシングタンクがついたエアー制御ユニットに接続させて運転を開始し、約30分後温湿度が安定したことを確認後エアー制御ユニットの DRY 流量と WET 流量による湿度の微調節を行った。

温度は恒温室内温度で28℃に調節した。48時間換気運転を行った後、試料空気のサンプリングを行いチャンバーブランクとした。その後直ちにチャンバー内に、ステンレス製の治具に保持させた試験体を空気流入口に平行に設置させ、チャンバー内の温湿度、換気回数が安定するまで換気させ、試験体設置後24時間後にサンプリングを行った。なお測定は１種類の製品につき２回繰り返し測定を行い、換気回数 n＝0.5、Q/S＝0.23時の値となる。同時に、未使用の捕集管の栓を30秒間開放させたものをトラベルブランクとした。なお試験条件は表２に示す。

また同時に、20L 容のプラスチックバッグ（気密袋テドラーバッグ）を用いて、各化学物質の平衡濃度（Ce）の測定を実施した。この平衡濃度は換気回数０、即ち Q/S＝０時の値となり、20L のフッ素樹脂製のプラスチックバッグの端部から10cm 内部の位置に、ハサミで試験体が入

る大きさ（約20cm 幅）に開口部を設けた。試験体を設置させ、開口部を熱圧着装置でしっかりと密封させた。プラスチックバッグ内の空気を清浄させるために、空気採集口から高純度空気ガス（純度：大気組成 G 1 ）を少量封入させる操作と排出させる操作を 2 回繰り返した。最後にバッグ一杯になるまで高純度空気を封入させ採集口に栓をさせた後、温度28℃に調整した恒温室内に設置させた。その後、プラスチックバッグを恒温室内に24時間放置させた後、各捕集管を捕集ポンプに接続させたダイゴンチューブでバッグ採集口に接続させ、小型チャンバー法と同様なサンプリング条件で試料空気捕集を行った。測定は 1 種類の製品につき 2 回繰り返し測定を行った。試験条件は表 3 に示す。

測定用捕集管は、カルボニル化合物の捕集には DNPH シリカカートリッジ、VOC 類の捕集には Tenax-TA を用い、Tenax-TA は SAMPLE TUBE CONDITIONER により予め300℃でコンディショニングを行った後試料空気捕集に用いた。捕集後、それぞれの吸着管は光を透過させない専用の保存袋に入れて冷蔵庫内で分析操作まで保存させた。

分析は、捕集後 2 週間以内に液体クロマトグラフィー（HPLC）、ガスクロマトグラフ/質量分析計（GC/MS）により定量分析を行い、その分析条件は、表 4 及び表 5 に示した。その後、チャンバー法とプラスチックバッグ法により得られた測定値から、式（ 1 ）を用いて製品毎及び主要な化学物質毎に物質移動係数 α（m/h）を求めた。

写真 2 ． 試験片設置状況
（小形チャンバー法）

写真 3 ． 試験片設置状況
（プラスチックバッグ法）

表２　小型チャンバー試験条件（規格：JIS A 1901）

チャンバー容積	20L	
温　　度	28±１℃	
湿　　度	50±５％RH	
試験体表面積	0.043～0.045m^2	
試料負荷率	2.2～2.3m^2/m^3	
換気回数	0.5±0.05回/h	
換 気 量	0.167L/min	
Q/S（n/L）	0.22～0.23	
試験時間	１日目	28日目
捕 集 量	5.0L（カルボニル化合物）	3.2L（VOC）

表３　プラスチックバッグ試験条件

テドラーバッグ容積	20L	
温　　度	28±１℃	
湿　　度	恒温室内なりゆき	
試験体表面積	0.043～0.045m^2	
試料負荷率	2.2～2.3m^2/m^3	
換気回数	０回/h	
換 気 量	０L/min	
Q/S（n/L）	0	
試験時間	１日目	28日目
捕 集 量	5.0L（カルボニル化合物）	3.2L（VOC）

※プラスチックバックとして、20L フッ素樹脂製テドラーバッグを使用

表４　HPLC（カルボニル化合物：13成分）分析条件

カ ラ ム	STR　ODS-Ⅱ（4.6mm×150mm、3.5μm）	
移 動 相	A→B　Gradient	
	A：Water/Tetrahydrofuran/Methanol＝７/２/１ B：Water/Acetonitrrile＝１/９	
	Time	B.Conc
	0	20%
	20	40%
	30	100%
	35	100%
	36	20%
	45	STOP
流　　速	1.0mL/min	
オーブン温度	45℃	
検 出 器	SPD-10A　at365nm	
注 入 量	10μL	
分析時間	45min	

表５　GC/MS（VOC：52成分）分析条件

カ ラ ム	DB-１（0.32mm×60m、0.5μm）
パージガス	He
流　　速	3.0mL/min
オーブン温度	40℃（２min）→（10℃/min）→ 135℃→（20℃/min）→220℃→ →（40℃/min）→250℃（10min）
検 出 器	280℃
注 入 口	100℃
分析時間	26.5min

６．結果と考察

6.1　平衡濃度から求めた物質移動係数（α［m/h］）

建材からの物質移動係数（α［m/h］）は、化学物質の種類や、製品表面の化粧加工や塗装等、木質建材の材料構成仕様によって変化すると考えられる。したがって、普通合板、構造用合板、防虫処理合板、特殊加工化粧合板、天然木化粧合板、構造用パネル、複合フローリング、集成材、単板積層材製品等57種類の木質建材から得られたチャンバー法及びプラスチックバッグ法による実測結果を用いて、式（１）より主な化学物質毎に物質移動係数を求めた。（表６）

表６　各木質建材における主な化学物質移動係数（α［m/h］）

測定化学物質	Formaldehyde	Acetaldehyde	Toluene	Xylene	Ethylbenzene
複合フローリング	0.11（0.09）	0.04（0.08）	0.08（0.05）	0.06（0.02）	0.05（0.005）
特殊合板	0.08（0.13）	0.07（0.05）	0.02（0.19）	0.09（0.01）	0.11（0.002）
合　　板	0.31（0.03）	0.04（0.08）	0.01（0.38）	0.05（0.02）	0.06（0.004）
単板積層材	0.22（0.05）	0.16（0.02）	0.05（0.08）	0.02（0.06）	0.02（0.013）
集成材	0.35（0.03）	0.10（0.03）	0.11（0.14）	0.05（0.02）	0.06（0.004）

測定化学物質	Styrene	p-Dichlorobenzene	Tetradecane	Nonanal	TVOC
複合フローリング	0.04（0.11）	0.03（0.14）	0.09（0.03）	0.21（0.12）	0.07（0.04）
特殊合板	0.09（0.05）	0.04（0.10）	0.13（0.02）	0.04（0.61）	0.13（0.02）
合　　板	0.04（0.11）	0.01（0.42）	0.07（0.04）	0.03（0.81）	0.04（0.06）
単板積層材	0.02（0.23）	0.03（0.14）	0.05（0.06）	0.04（0.61）	0.04（0.06）
集成材	0.03（0.15）	―	―	―	0.11（0.02）

注）（　）内数値は、直線の傾き（１/Ce・α）を示す。
注）（―）は小形チャンバー法で検出されなかったもの。

１）ホルムアルデヒド物質移動係数：

複合フローリングと特殊合板製品では0.08～0.11を示し、合板、単板積層材、集成材製品では0.22～0.35と製品構成の違い毎に比較的近い値を示しており、表面に塗装や化粧が施された複合フローリングや特殊合板製品よりも高い値となった。また、直線の傾き（１/Ce・α）について比較してみると、特殊合板製品では、普通合板、構造用合板、集成材製品等の約４倍の値となっていることから、ホルムアルデヒド気中濃度における平衡濃度や物質移動係数の影響が他の製品よりも小さいことを示している。

２）アセトアルデヒド物質移動係数：

複合フローリング、特殊合板及び普通合板、構造用合板製品等で0.04～0.07、単板積層材、集成材製品では0.1～0.16と比較的近い値を示していた。このことは単板積層材と集成材製品は比較的長期間にわたってアセトアルデヒドが空気中に放散されることを示しており、直線の傾きについて比較すると他の製品の傾きよりも小さいため、気中濃度に対する平衡濃度の影響が比較的大きいことを示している。

3）トルエン物質移動係数：

　複合フローリング、集成材製品では0.08～0.11と他の特殊合板、普通合板、単板積層材製品（0.01～0.05）よりも比較的大きい値を示した。特に水性高分子イソシアネート樹脂で接着された集成材製品からは比較的多く検出されていたために係数がより大きくなっており、これは接着剤の成分等に含まれていた物質が影響を及ぼした可能性がある。また、直線の傾きを比較すると、合板製品等ではトルエンの傾きがホルムアルデヒドの約13倍の値となっていた。このことはトルエンは気中濃度に対する平衡濃度や物質移動係数への影響がホルムアルデヒドよりも小さいことが言える。

4）キシレン物質移動係数：

　特に特殊合板製品では0.09、傾きが0.01と平衡濃度への影響が比較的大きいことを示しており、逆に単板積層材製品では0.02、傾き0.06と比較的影響が小さいことを示していた。

5）スチレン物質移動係数：

　特殊合板製品が0.09（直線の傾き：0.05）で、複合フローリング製品0.04（直線の傾き：0.11）と、他の製品よりも気中濃度に対する平衡濃度あるいは物質移動係数への影響が比較的大きいことを示した。

6）TVOC 物質移動係数：

　直線の傾きについて比較すると、特殊合板、複合フローリング、集成材製品等は、普通合板、構造用合板、単板積層材製品よりも気中濃度に対する平衡濃度あるいは物質移動係数への影響が大きいことを示した。

6.2　チャンバー実測値と物質移動係数（α）を用いた換算値との相関

気中濃度の予測評価のためには、平衡濃度（Ce）及び物質移動係数（α）が得られれば任意のQ/S に対応する気中濃度を予測することが出来る。したがって、6.1項で得た製品の測定化学物質毎の物質移動係数（α）を用いて、プラスチックバッグ法で測定した平衡濃度から Q/S＝0.05、Q/S＝0.23毎の気中濃度を式（1）により求め、実測値との比較を行った。

1）ホルムアルデヒド気中濃度では、示した相関係数は0.8503（複合フローリング製品；図1）、0.9333（特殊合板製品；図11）、0.9851（普通・構造用合板製品）、0.9975（単板積層材製品）、0.9752（集成材製品）といずれも非常に相関性の高い結果を示しており、求めた物質移動係数を適用させることで、木質材料からの気中濃度の予測評価がより安全側で可能であると考えられる。

2）アセトアルデヒド気中濃度については、示した相関係数が0.9254（複合フローリング製品；図2）、0.8617（特殊合板製品；図12）、0.7328（普通・構造用合板製品）、0.9572（単板積層材製品）、0.776（集成材製品）となっており、ホルムアルデヒドと同様に、この物質移動係数を用いることで、換算値と実測値とは相関性が非常に高い結果を示した。

3）**トルエン気中濃度**においては、複合フローリング製品（図３）と特殊合板製品（図13）では各々0.9069、0.8508を示し、これら製品からの放散量も多いことから、換算値と実測値においても高い相関関係を示した。しかし放散量も少なく、放散量値に大きなバラツキを示した製品においては、相関係数が0.5453（普通・構造用合板製品）、0.6899（集成材製品）等のように低い相関係数を示した。

4）**キシレン気中濃度**は、0.8966（複合フローリング製品；図４）、0.8492（特殊合板製品；図14）と高い相関係数を示しており、これらの製品においては、得られた物質移動係数を適用させることで気中濃度をより安全側で予測評価が可能であることを示した。しかし、集成材製品（0.9999）、普通・構造用合板製品（0.5453）や単板積層材製品（0.8737）等においては高い相関係数を示した製品も観察されたが、これら全ての製品に求めたキシレン物質移動係数を適用させるには、今回供試した製品からの放散濃度がかなり低かったため、キシレンがより多く放散される製品への物質移動係数の適用においては、換算値と実測値との間に若干の誤差が生じる可能性が有ると思われる。

5）**他の化学物質**については、複合フローリング製品（図５～図10）、特殊合板製品（図15～図20）においては、求めた物質移動係数を適用させることで、実測値と換算値との間には非常に相関性の高い結果を示しており、このことは木質材料をプラスチックバッグ法を用いて測定を行い、その求めた値に物質移動係数を適用させることで、気中濃度を適切に予測評価が可能であることを示した。

しかし合板製品、単板積層材製品、集成材製品等では、現実的にこれら木質建材からのエチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン等の化学物質放散量が少なかったため、これら個々の製品から得られた物質移動係数の中でより高い相関関係を示した係数であっても、その係数を他のより多く放散される製品への適用させる場合には、得られた気中濃度換算値が、実際の測定値との間に若干の誤差が生じている事を予め考慮しておく必要がある。

７．プラスチックバッグ法による物質移動係数を用いた気中濃度予測評価方法

7.1　木質建材から放散される揮発性有機化合物の簡易測定法

⑴　基本的にはあらかじめ空気質濃度を確認させた安価で一般に市販されているプラスチックバッグ（ポリエチレン樹脂製ゴミ袋：19円/枚）を用いる。

⑵　袋の端部から10cm 内部の位置をハサミで試験体が入る大きさ（約20cm 幅）に開口部を設け、その中に測定用試験体を設置させた後、開口部分を約５秒間熱圧着装置でしっかりと密封させる。

⑶　プラスチックバッグ内の空気を清浄させるために、空気採集口から高純度空気ガス（純度：大気組成Ｇ１）を少量封入させる操作と排出させる操作を２回繰り返す。

⑷　最後にバッグ一杯に膨らむまで高純度空気を封入させ、空気採集口に栓をさせた後温度28℃に調整した恒温室内に設置させる。（写真４）

⑸　恒温室内に24時間放置させた後、各捕集管を捕集用ポンプに接続させたダイゴンチューブをバッグ空気採集口につなぎ、小型チャンバー法と同様なサンプリング条件で試料空気の捕集操作を行う。（写真５）

⑹　捕集管は、アルデヒド・ケトン類はDNPH カートリッジを用い、主なVOC 類の捕集にはTenax-TA 捕集管だけでなく、アクティブ捕集用で溶媒抽出型のORBO-91T（SUPELCO）を用いることでHPLC とGC 分析も可能となる。（写真６）

⑺　１種類の製品につき２回測定を行う。

⑻　プラスチックバッグ法で測定した気中濃度を評価する場合に、測定された気中濃度値がすでに厚生労働省指針値以下であれば、どのQ/S 条件においても換気が加わることで濃度が減少することで物質移動係数による換算の必要はない。

⑼　気中濃度値が指針値を超えている場合には、高い方の測定値を式（１）に代入させ、製品毎に目的とする化学物質移動係数（表６）と異なった単位面積当たりの換気量（Q/S）を適用させて気中濃度（$\mu g/m^3$）に換算させ、得られた換算気中濃度が厚生労働省指針値を満足しているかどうかを評価させることになる。

7.2　簡易測定法で求めた気中濃度換算値とチャンバー実測値との比較

表面に塗装等が施され、主な揮発性有機化合物等が含まれている可能性のある市販の複合フローリング製品と表面塗装コンクリート型枠用合板製品を購入し、実測値と換算値との比較測定に供した。比較測定には標準的方法でもあり実測値となる小形チャンバー法と、簡易的方法で気中濃度予測評価値となるプラスチックバッグ法による測定（7.1項）を行い、簡易法での測定値を表６に示した化学物質移動係数を用いて式（１）から算出させた値を気中濃度換算値とした。その結果、平衡濃度が低い物質においては実測値と換算値との間には大きな差が生じていたが、高い平衡濃度を示した物質では各Q/S 値においても近似した値であり、この差は換算気中濃度の厚生労働省指針値に対する比較評価においてはあまり問題にならないと思われる。（表７）

表７　木質建材での実測値と平衡濃度から移動係数を用いて求めた換算値

■複合フローリング製品

測定化学物質	気中濃度（μg/m^3）			値の区分
	Q/S			
	0	0.05	0.23	
Toluene	21.7	9.0	0.9	実測値
		13.4	1.6	換算値
Xylene	7.8	2.3	0.9	実測値
		4.3	0.4	換算値
Ethylbenzene	18.5	6.3	1.3	実測値
		9.3	0.9	換算値
Styrene	9	3.8	1.7	実測値
		4.0	0.3	換算値

■表面塗装コンクリート型枠用合板製品

測定化学物質	気中濃度（μg/m^3）			値の区分
	Q/S			
	0	0.05	0.23	
Toluene	42.8	8.3	2.2	実測値
		16.3	8.1	換算値
Xylene	556.7	333.1	93.0	実測値
		303.7	105.2	換算値
Ethylbenzene	355.7	250.0	97.8	実測値
		197.9	63.5	換算値

８．まとめ

小形チャンバー法での気中濃度（１日目）は、換気が施されることでプラスチックバッグ法で測定された濃度の約20％値以下まで低減され、建築基準法規制対象外となるための要件における気中濃度に関しては、約50％値以下まで減少することが今回供試した57種類の木質建材での測定結果「平衡濃度に対する各Q/S＝0.05、Q/S＝0.23条件での放散割合(注1)」において既に確認されている。また養生28日間経過後の気中濃度値（Q/S＝0.23）においては材料が保管された環境条件（温度・換気量）にも影響されることから、気密袋での測定値の約20％値が妥当であることも確認されている(注1)。従って気密袋であるプラスチックバッグ法で捕集測定を行った気中濃度値に、換気量と材料表面積の比に対する放散割合とも連動させ、実測値との相関性がより高い化学物質移動係数を適用させるか、換算時にQ/S条件をより小さく見積ることで、木質建材からの揮発性有機化合物等気中濃度をより安全側において予測評価が可能であると考える。

写真４．28℃恒温室内での24時間設置状況

写真５．プラスチックバッグ法と捕集用ポンプ

写真６．DNPH カートリッジと VOC-ORBO-91T 溶媒抽出用チューブ

参考文献：

１）農林水産省委託事業（2004、2005）[木材製品化学物質放散性能調査事業報告書]（注１）
㈶日本合板検査会

２）編集国土交通省住宅局建築指導課ら（2003）木造住宅のシックハウス対策マニュアル
ー建築基準法・住宅性能表示制度の解説及び設計施工マニュアルー

３）田辺新一（2002）小形チャンバー ADPAC を用いたアルデヒド類、VOC 放散量測定に関する研究（その９ホルムアルデヒド放散建材の測定と気中濃度予測に関する考察）
日本建築学会大会学術講演集

４）田辺新一、舟木理香、中川貴文、田中博（2002）建材からの揮発性有機化合物放散速度測定に関する研究（その６試料負荷率及びチャンバーの相関性に関する研究）
空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集

５）舟木理香（2004）小形チャンバー法による建築材料からの化学物質放散測定に関する研究
学位論文集

６）JIS A 1901 建築材料の揮発性有機化合物（VOC）、ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法ー小形チャンバー法：日本規格協会

７）シグマ　アルドリッチ　ジャパン㈱：SUPELCO
アルデヒド・ケトン捕集用パッシブサンプラー（DSD-DNPH）、VOCs 捕集用パッシブサンプラー（VOC-SD）、VOCs 捕集用アクティブサンプラー（ORBO-91T）等取扱説明書

図1 チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［複合フローリング］
標本数=48

図2 チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［複合フローリング］
標本数=48

図3　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係[複合フローリング]
標本数=48

図4　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係[複合フローリング]
標本数=36

図5　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［複合フローリング］
標本数=40

図6　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［複合フローリング］
標本数=40

図7　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［複合フローリング］
標本数=40

図8　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［複合フローリング］
標本数=36

図9　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［複合フローリング］
標本数=48

図10　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［複合フローリング］
標本数=56

図11　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［特殊合板］
標本数=44

図12　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［特殊合板］
標本数=44

図13　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係[特殊合板]
標本数=44

図14　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係[特殊合板]
標本数=32

図15　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係[特殊合板]
標本数=36

図16　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係[特殊合板]
標本数=40

図17　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係[特殊合板]
標本数=40

図18　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係[特殊合板]
標本数=36

図19　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［特殊合板］
標本数=48

図20　チャンバー実測値と移動係数換算値との関係［特殊合板］
標本数=44